

خطرات بیولوژیکی و شیمیایی برای غواصان در آب‌های آلوده

رضا کاظمی درسنگی^{۱*}، علیرضا حبیبی^۱، محمد محمد دوست چکوسری^۲

^۱ کارشناس ارشد میکروبیولوژی، دانشگاه امام حسین (ع)، دانشکده تربیت جهادی و تکاوری سید الشهداء (ع)، گیلان، زیباکنار
^۲ کارشناس ارشد میکروبیولوژی، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

Reza_Kazemi_d@yahoo.com

چکیده

آب آلوده، آبی است که حاوی هر نوع ماده شیمیایی، بیولوژیکی یا رادیواکتیو باشد و سبب بروز خطری مزمن یا حاد در سلامتی افراد بی‌دفاع گردد. آلودگی‌ها می‌تواند، سبب به خطر افتادن سلامتی شده و روی مأموریت و آمادگی عملیاتی غواصان اثر بگذارد. آلودگی از طریق استنشاق، بلع، جذب و اصابت (ورود اجباری مواد به بدن، مثل ایجاد یک زخم) وارد بدن غواص می‌شود. آلاینده‌های شیمیایی می‌توانند در برخی مناطق یک معضل جدی برای غواص تلقی گردند و تشعشعات نیز تنها در برخی موارد خاص، به عنوان یک خطر جدی محسوب می‌شوند. آلاینده‌های زیستی، بیش‌ترین تهدید را برای غواصان ایجاد می‌کنند، زیرا احتمال مواجهه با آن‌ها در مقایسه با سایر خطرات برای غواصان بیشتر است. میزان آلودگی‌های بیولوژیکی از محلی به محل دیگر بر حسب تراکم جمعیت، سطح صنعتی شدن و نوع اقلیم، متفاوت است. آلودگی‌های بیولوژیکی با منشأ انسانی و حیوانی، شامل فاضلاب‌های شهری و صنعتی، ارگانسیم‌های آب شیرین و شور، کشتی‌های تجاری، محل جمع‌آوری زباله‌های خطرناک، تفرجگاه‌های ساحلی و فاضلاب‌های کشاورزی هستند. هدف این مطالعه مروری، بررسی خطرات بیولوژیکی، شیمیایی و رادیواکتیو تهدیدکننده غواصان در آب‌های آلوده است.

واژه‌های کلیدی: غواصی، آلودگی بیولوژیکی، آب آلوده، آلودگی شیمیایی

۱- مقدمه

آب آلوده همواره معضلی جدی برای غواصان محسوب می‌شود. اغلب آب‌ها از طریق آلاینده‌های زیستی و یا در اثر آلاینده‌های شیمیایی در نتیجه توسعه صنعتی، زراعی و شهری آلوده می‌شوند. در آب‌های شیرین و شور خطرات بسیار متفاوتی وجود دارد. این خطرات از محلی به محل دیگر متفاوت است. همچنین ماهیت و میزان مواجهه با آن‌ها نیز مطابق با موقعیت متغیر خواهد بود. آلاینده‌های بالقوه‌ای که می‌توان در آب‌ها یافت شوند، شامل مواد بیولوژیکی، شیمیایی، جنگ‌افزارها (سلاح‌های شیمیایی، هسته‌ای و آلاینده‌های رادیواکتیو) هستند. آلاینده‌های شیمیایی در برخی مناطق یک معضل جدی برای غواص تلقی می‌شود و تشعشعات نیز تنها در برخی موارد خاص، به عنوان یک خطر جدی محسوب می‌شوند. آلاینده‌های زیستی، بیش‌ترین تهدید را برای غواصان ایجاد می‌کنند، زیرا احتمال مواجهه با آن‌ها در مقایسه با سایر خطرات برای غواصان بیشتر است. هدف این مطالعه مروری، بررسی خطرات بیولوژیکی، شیمیایی و رادیواکتیو تهدیدکننده غواصان در آب‌های آلوده است [۱،۲].

۲- خطرات برای غواصان در آب‌های آلوده

غواصان می‌توانند انتظار رویارویی با سه نوع آلودگی شیمیایی، بیولوژیکی و رادیواکتیو را داشته باشند. آلودگی از طریق استنشاق، بلع، جذب و اصابت (ورود اجباری مواد به بدن، مثل ایجاد یک زخم) وارد بدن غواص می‌شود.

۱-۲- آلودگی‌های بیولوژیکی

آلودگی‌های بیولوژیکی با منشأ انسانی و حیوانی، شامل فاضلاب‌های شهری و صنعتی، ارگانسیم‌های آب شیرین و شور، کشتی‌های تجاری، محل جمع‌آوری زباله‌های خطرناک، تفرجگاه‌های ساحلی و فاضلاب‌های کشاورزی هستند. آلودگی بیولوژیکی از محلی به محل دیگر بر حسب تراکم جمعیت، سطح صنعتی شدن و نوع اقلیم، متفاوت است. آلودگی‌های بیولوژیکی شامل موارد زیر است:

عوامل بیماری‌زا (پاتوژن‌ها): پاتوژن‌ها، عوامل عفونی‌اند که سبب بیماری در انسان‌ها، حیوانات و گیاهان می‌شوند. این آلودگی‌ها شامل باکتری‌ها، ویروس‌ها و انگل‌ها هستند که معمولاً به عنوان میکروب شناخته می‌شوند. درحالی‌که بخش اعظمی از میکروارگانسیم‌ها بی‌ضرر و حتی مفید هستند، تعداد زیادی عامل بیماری‌زای برای انسان‌ها محسوب می‌شوند. پاتوژن، با ورود به بدن از راه شش‌ها، مجرای گوارشی، پوست و لایه‌های مخاطی، تکثیرشده و بر سد دفاعی بدن غلبه کرده و بیماری به وجود می‌آورند.

ویروس‌ها: کوچک‌ترین عناصر بیولوژیکی با توانایی تکثیرند که توانایی زندگی مستقل را ندارند. تنها حاوی ماده ژنتیکی (DNA یا RNA) و تعدادی پروتئین‌های کپسول دار هستند. ویروس‌ها زمانی خطرناک می‌شوند که وارد سلول انسانی شده و از محتویات آن به نفع تکثیر خودشان استفاده کنند.

باکتری‌ها: میکروارگانسیم‌های زنده هستند و برخلاف ویروس‌ها، توانایی تکثیر، بیرون از سلول زنده را دارند. اگر باکتری‌ها وارد بدن شوند و سیستم ایمنی به درستی برای مقابله با آن‌ها آماده نشده باشد، میکروارگانسیم؛ تکثیرشده و میزبان را از بروز هر نوع واکنش، ناتوان خواهد کرد.

انگل‌ها: ارگانسیم‌های تک سلولی یا چند سلولی‌اند که بیرون یا درون جانداران دیگر زندگی و تغذیه می‌کنند. بیشتر انگل‌ها از راه بلعیدن وارد بدن می‌شوند (مثل مصرف گوشت خام)؛ اما برخی دیگر از طریق تماس پوست بدن انسان با خاک یا آب آلوده، وارد می‌شوند. بیشتر آب‌ها دارای انگل که می‌توانند منجر به ایجاد بیماری در انسان شوند، از آب‌های شیرین مناطق گرمسیری هستند. انگل‌های آب‌های شور، به ندرت باعث تحریکات پوستی و خارش می‌شوند. با این حال، هنگام کار در مناطقی که

اولین همایش ملی آب، انسان، زمین

اصفهان، شهریور ۱۳۹۳

احتمال وجود انگل در آن‌هاست، غواص می‌تواند برای ممانعت یا به حداقل رساندن آلودگی، از لباس‌های محافظتی استفاده نموده و یا اینکه بلافاصله پس از خروج از آب، حمام کند.

توکسین‌ها (سم‌ها): توکسین‌ها مواد زیان‌آوری هستند که توسط موجودات زنده از جمله حیوانات، گیاهان، باکتری‌ها و قارچ‌ها تولید می‌شوند. این مواد در بعضی از خصوصیات از سموم صنعتی متمایز می‌باشند. در تولید آن‌ها انسان دخالتی ندارد و به شکل کاملاً طبیعی ساخته می‌شوند. توکسین‌ها به بخار تبدیل نمی‌شوند و در شرایط معمولی روی پوست غیرفعال می‌باشند (بجز مایکوتوکسین‌ها) و قدرت سمیت آن‌ها نسبت به وزنشان بسیار زیاد است. بعضی از این عوامل مانند توکسین باکتری کلستریدیوم بوتولینوم از سمی‌ترین سموم شناخته شده در جهان می‌باشند به گونه‌ای که یک گرم از کریستال این توکسین در صورت پخش شدن و استنشاق، قدرت از بین بردن یک میلیون نفر را دارد. توکسین‌های زیستی به خاطر قدرت سم زایی بسیار بالا و تولید نسبتاً ارزان و ساده همواره مورد توجه کشورهای مختلف جهت اهداف خصمانه بوده‌اند. در این راستا باکتریوتوکسین‌ها و مایکوتوکسین‌ها همواره مدنظر بوده و به اشکال گوناگون مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۱، ۲، ۳، ۴].

آلودگی‌های مدفوعی: آلودگی مدفوعی آب به دلیل حضور میکروارگانیسم‌های عفونی، می‌تواند منجر به مشکلات جدی در سلامت انسان شود. این آلودگی عمدتاً از نشت فاضلاب و یا کودهای حیوانی در آب ناشی می‌شود. آلودگی مدفوعی شامل باکتری‌ها (اشرشیا کولای، کمپیلوباکتر)؛ ویروس‌ها (پولیوویروس، هپاتیت A) و انگل‌ها (آسکاریس) است. شاخص‌های میکروبی آلودگی مدفوعی آب شامل کل کلی فرم‌ها و کلی فرم‌های مدفوعی و استرپتوکوک‌های مدفوعی و کلستریدیوم پرفرنزئس می‌باشد [۵]. مشکلات سلامتی مرتبط با آلودگی مدفوعی آب شامل، التهاب معده - روده‌ای، اسهال و استفراغ، بیماری‌های تنفسی، هپاتیت، اسهال خونی، فلج اطفال و آسکاریس است. غواصان در معرض آلودگی مدفوعی قرار دارند، زیرا میکروارگانیسم‌ها از طریق بینی، گوش‌ها، دهان و زخم‌های باز وارد بدن می‌شوند. همچنین ممکن است، غواص آب را از طریق تنظیم‌کننده وارد ریه خود نماید [۲].

میکروارگانیسم‌های آزادزی: علاوه بر آلودگی مدفوعی، میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای دیگری نیز آزادانه در آب‌های آزاد وجود دارند. این میکروارگانیسم‌ها ممکن است بومی یک منطقه باشند، یا به آن منطقه وارد شده باشند. برخی از این میکروارگانیسم‌ها عبارت‌اند از:

ویبریو: جنس ویبریو در خانواده ویبریوناسه قرار دارد از نظر مرفولوژی باسیل گرم منفی خمیده‌ای است که حدود ۰/۸ - ۰/۵ میکرومتر قطر و ۱/۴ - ۲/۴ میکرومتر طول دارد. بدون اسپور بوده، تحرک آن به وسیله یک فلاژل قطبی صورت می‌گیرد؛ ویبریوها بی‌هوازی اختیاری هستند. گونه ویبریو به صورت طبیعی در محیط‌های دریایی، آب‌های معتدل و هم در آب‌های استوایی وجود دارند. همچنین گونه‌های ویبریو را می‌توان در رسوبات سطحی و سطح خارجی نرم‌تنان و سخت‌پوستان نیز یافت. آلودگی‌های ناشی از گونه‌های ویبریو هم درون روده‌ای و هم برون روده‌ای است. در مورد بیماری‌های روده‌ای به نظر می‌رسد که تعداد زیادی از ارگانیسم‌ها باید بلعیده شوند تا بیماری ایجاد گردد که وقوع آن در طول فعالیت‌های غواصی نامحتمل است [۲، ۶].

آئروموناس: آئروموناس از جمله باکتری‌های بی‌هوازی اختیاری، گرم منفی، بدون اسپور و میله‌ای شکل و فرصت طلب است که می‌تواند باعث ایجاد عفونت‌های سیستمیک، زخم و اسهال در انسان شود. جمعیت نسبتاً بالای میکروبی در شبکه‌های توزیع آب آشامیدنی نه تنها از لحاظ تأثیرگذاری بر سلامت مصرف‌کننده مورد توجه است، بلکه تشخیص باکتری شاخص کلی فرم را نیز با خطا مواجه می‌کند. این گونه‌ها هم در آب‌های شیرین و هم در آب‌های شور فراوان‌اند. آئروموناس در بیماری‌های روده‌ای نقش دارد. اگرچه در کل خود محدود شونده‌اند. کودکان و افراد بزرگسال که دارای سیستم ایمنی تعدیل شده می‌باشند، بیشتر تحت تأثیر این ارگانیسم‌ها قرار دارند [۲، ۷].

اولین همایش ملی آب، انسان، زمین

اصفهان، شهریور ۱۳۹۳

لپتوسپیروا: لپتوسپیروا متحرک بوده و در محیط زیست به وفور یافت می‌شود. لپتوسپیرواها از طریق زخم‌های باز، سطوح مخاطی دهان و بینی وارد بدن می‌شوند و سبب بیماری لپتوسپیروز می‌شوند. علائم آن می‌تواند از بیماری مشابه با آنفولانزای خفیف تا شکل جدی آن که شامل از کارافتادگی کلیه و خون‌ریزی است، متغیر باشد و شکل جدی آن می‌تواند کشنده باشد. تجهیزات غواصی معمولی علیه این ارگانیس‌ها محافظت ایجاد نمی‌کند. بنابراین برای غواصان این مساله حائز اهمیت است که حتی در مواقعی که در آب‌های دارای آلودگی خفیف غواصی می‌کنند، حفاظت گردند [۲].

آمیبه‌های آزادی: آمیبه‌های آزادی، آمیبه‌های فرصت‌طلبی هستند که معمولاً به صورت آزاد در شرایط محیطی مختلف از جمله آب‌های گرم زمین و حتی در لوله‌های شبکه آبرسانی زندگی می‌کنند. این آمیبه‌ها هنگامی که به طور اتفاقی وارد بدن انسان یا حیوان می‌شوند، می‌توانند بیماری‌های خطرناکی ایجاد کنند. اعضا چهار جنس از این آمیبه‌ها شامل آکانتامبا، نگلریا، بالاموئیا و سایپینیا تاکنون از عفونت‌های سیستم اعصاب مرکزی، ریه، سینوس‌ها، چشم و پوست در انسان جدا و شناسایی شده‌اند [۸،۹].

جلبک‌ها و سیانوباکتری‌ها: جلبک‌ها و سیانوباکتری‌ها می‌توانند سمومی تولید نمایند که برای انسان سمی است. جلبک‌ها را می‌توان در دامنه گسترده‌ای از یک شکل تک سلولی تا چند سلولی مشاهده نمود. سیانوباکتری‌ها مشابه جلبک‌های تک سلولی بوده و می‌توانند فتوسنتز انجام دهند، زیرا حاوی رنگدانه‌های سبز-آبی یا سبز می‌باشند. شکوفایی‌های جلبکی یک پدیده مکرر در آب‌های شیرین و شور سراسر جهان بوده و در سال‌های اخیر رو به افزایش است. بنابراین یک ریسک بالقوه برای غواصانی است که در محیط‌های بسیار گوناگونی غواصی می‌کنند [۲].

۲-۲- آلودگی‌های شیمیایی

مواد شیمیایی را می‌توان به دو گروه آلاینده‌های آلی و غیر آلی تقسیم نمود. ریسک بالقوه مرتبط با مواد شیمیایی سمی، کمتر از ریسک‌های مرتبط با میکروارگانیس‌ها است. آب می‌تواند بین لباس غواصی خیس و پوست گرفتار شده و محیطی را ایجاد کند که جذب مواد شیمیایی از طریق پوست را افزایش دهد.

آلاینده‌های آلی

به دلیل فعالیت‌های زراعی و صنعتی آلاینده‌های ارگانیک بسیاری در آب‌های شیرین و شور وجود دارد. برخی از این مواد قابل حل نیستند و به صورت رسوب انباشته می‌شوند و برخی دیگر حلال بوده و در ستون آب باقی می‌مانند. **آفت‌کش‌های ارگانوکلرین و بای فنیل‌های بی فنیل‌های پلی کلره (PCBs):** این ترکیبات فوق‌العاده سمی بوده و بسیار نیز پایدارند، که آن‌ها را در محیط‌زیست بسیار ماندگار می‌سازد. آلاینده‌هایی چون PCBs، مشکوک به سرطان‌زایی می‌باشند و دی کلرو دی فنیل تری کلرواتان (DDT) دارای تأثیرگذاری بر اندام‌های تولید مثلی است و با ناباروری مرتبط است. این ترکیبات قابل حل نیستند و به صورت رسوب انباشته می‌شوند. در هنگام کار با رسوبات باید بیشتر مورد توجه قرار گیرند، زیرا برخی مناطق ممکن است شدیداً با آن‌ها آلوده باشند.

سایر آفت‌کش‌ها: در حال حاضر آفت‌کش‌های متعددی در بازار وجود دارند، از جمله آن‌ها می‌توان به آترازین و متابولیت‌های آن (به عنوان یک علف کش ذرت)، ارگانوفسفات‌ها و کاربامات‌ها (آفت‌کش‌های مسموم‌کننده عصبی) و گلیفوسیت اشاره کرد. این آفت‌کش‌ها در محیط‌زیست از ماندگاری پایین تری برخوردارند و متحمل به نظر نمی‌رسد که غلظت آن‌ها در آب‌های آزاد به قدری بالا باشد که باعث ایجاد ریسک برای غواصان گردد. با این حال، آفت‌کش‌هایی چون گلیفوسیت و آترازین، قابل حل بوده و به شکل گسترده‌ای بکار می‌روند و در برخی مناطق می‌توانند در غلظت‌های بالایی وجود داشته باشند.

هیدروکربن‌ها: هیدروکربن‌ها متشکل از اتم‌های کربن و هیدروژن می‌باشند و می‌توانند به صورت مولکول‌های فرار کوچک (گاز طبیعی) یا به صورت مولکول‌های سنگین بزرگ (زغال سنگ) وجود داشته باشند. حلال‌ها، نفت، سوخت‌ها و هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs) همگی به عنوان هیدروکربن تلقی می‌گردند. هیدروکربن‌های آروماتیک چند

اولین همایش ملی آب، انسان، زمین

اصفهان، شهریور ۱۳۹۳

حلقه‌ای مولکول‌هایی سنگین هستند که توانایی تبخیر و حل شدن در آب را دارند. کربن‌دایکسید یکی از مشتقات نفت بوده و به عنوان یک ماده نگه‌دارنده چوب به کار می‌رود. این ماده سرطان‌زا، به عنوان ماده حفاظتی موثر و نامحلول در آب، به عنوان ریسک برای غواصان تلقی می‌گردد. لباس‌ها دارای پوششی از جنس نئوپرین می‌تواند در اثر برخی هیدروکربن‌ها آسیب ببیند، بنابراین در هنگام غواصی در محل‌هایی که احتمال آلودگی‌های بالای هیدروکربن وجود داشته باشد، از جمله در محل‌های نشستی نفت خام، استفاده از لباس‌های غواصی نئوپرین توصیه نمی‌شود.

آلاینده‌های غیر آلی

اغلب آلاینده‌های غیر آلی سمی، فلزات سنگین می‌باشند. اگرچه آلاینده‌های دیگری چون نیتريت، نیترات، سیانید و فلوراید در صورتی که در غلظت‌های بالایی وجود داشته باشد، می‌توانند باعث اثراتی بدی بر سلامتی شوند. برخی از این فلزات، غیرقابل حل بوده (جیوه، سرب) و با رسوب همراه هستند. بنابراین در صورت کار با رسوبات، می‌توانند، مایه نگرانی باشند. این مسئله در مورد تری بوتیلین (TBT) نیز صدق می‌کند که به شکل گسترده‌ای در رنگ ضد زنگ بکار می‌رود. TBT یک ترکیب بسیار سمی است که معمولاً در بستر لنگرگاه‌ها یافت می‌شود. غواصان ممکن است در لنگرگاه‌ها غواصی کنند و یا روی بدنه کشتی‌ها تعمیرات انجام دهند. بنابراین احتمال اینکه در معرض TBT قرار گیرند وجود دارد.

۲-۳- خطرات تشعشی

آلاینده‌های تشعشی می‌توانند از طریق سوانح و نشستی‌ها وارد محیط‌زیست شوند. غواصان نیز مجبورند در استخر سوخت راکتورهای هسته‌ای کار کنند. برای حفاظت غواصان باید مدت زمان غواصی کاهش یابد تا طول مدت مواجهه کم شود و باید از پوشش مناسب استفاده گردد. تشعشع یونیزاسیون، سرطان‌زا شناخته می‌شود بنابراین برای اجتناب و محدود کردن مواجهه، باید اقدامات احتیاطی انجام گیرد [۱،۲،۱۰].

۳- نتیجه‌گیری

با توجه به شغل پر مخاطره غواصی و گستره وسیع مرزهای آبی کشور، حفاظت از محیط‌زیست آبی کشور باید توسط سازمان‌های مربوطه بیشتر از همیشه جدی گرفته شود و با شناسایی آلودگی‌ها در جهت رفع آن اقدام گردد. همچنین غواصان باید شناخت کاملی از آلودگی‌ها به‌خصوص آلودگی‌های بیولوژیکی و میکروبی داشته باشند و با تأمین ملزومات و وسایل مورد نیاز بتوانند به سلامت در مواجهه با این آلودگی‌ها غواصی کنند.

مراجع

۱. US Navy (۲۰۰۴) – Guidance for Diving in Contaminated Waters, Naval Sea Command, Technical Manual. ۱-۳۵.
۲. Quémerais B. (۲۰۰۶). Diving in Contaminated Water. Health Risk Matrix. Defence R&D Canada -Toronto. ۱-۴۸.
۳. Murray PR. Rosenthal KS. Pfaller MA. (۲۰۰۵). Medical Microbiology. Fifth Edition. ۱-۸۹.
۴. Ranjbar R. (۲۰۰۸). A review of different methods used for detection of toxins. Journal of Military Medicine. ۱۰(۱):۱-۱۰.

اولین همایش ملی آب، انسان، زمین

اصفهان، شهریور ۱۳۹۳

۵. Shahsavari pour N. Esmaili sari A. (۲۰۱۲). Assessment of Microbiological Contamination of Haraz River (Mazandaran Province) and Determine of Allowable Applications of Water River Comparison with Global Standards. Journal of environmental science and technology. ۱۳(۴): ۸۱-۹۴.
۶. Halakou A. Mozafari A. Tehrani F. (۲۰۰۵). The distribution of *vibrio* SPP. in Caspian sea. Ofoqhe- Danesh. ۱۱(۳); ۱۶-۲۰.
۷. Dobaradaran S, Bina B, Nasr Isfahani B. (۲۰۰۶). The Effect of Some Physical and Chemical Parameters on Regrowth of Aeromonas Bacterium and Heterotrophic Bacteria in Isfahan Drinking Water System. Journal of Water and Wastewater. ۱۷: ۸-۱۳.
۸. رضائیان م. هوشیار ح. مروری بر آمیب های آزادزی و اهمیت پزشکی آن ها. (۱۳۹۰). مجله علمی سازمان نظام پزشکی جمهوری اسلامی ایران. دوره ۲۹، ش ۱، ص. ۶۹-۸۳.
۹. Ghadar-ghadr Sh, Solhjo K, Norouz-nejad MJ, Rohi R, Zia-Jahromi S. (۲۰۱۲). Isolation and identification of free living amoeba (*Naegleria* and *Acanthamoeba*) in Shiraz water resources by morphological criteria. J Jahrom Univ Med Sci. ۱۰(۳):۳۳-۴۱.
۱۰. Australian Government. (۲۰۰۸). Guidelines for managing risks in recreational water. National Health and Medical Research Council. ۵۷-۱۶۴.